

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-340666

(43)公開日 平成10年(1998)12月22日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 J 1/30

H 0 1 J 1/30

F

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-150866

(71)出願人 000201814

双葉電子工業株式会社

千葉県茂原市大芝629

(22)出願日 平成9年(1997)6月9日

(72)発明者 新山 剛宏

千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式
会社内

(72)発明者 伊藤 茂生

千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式
会社内

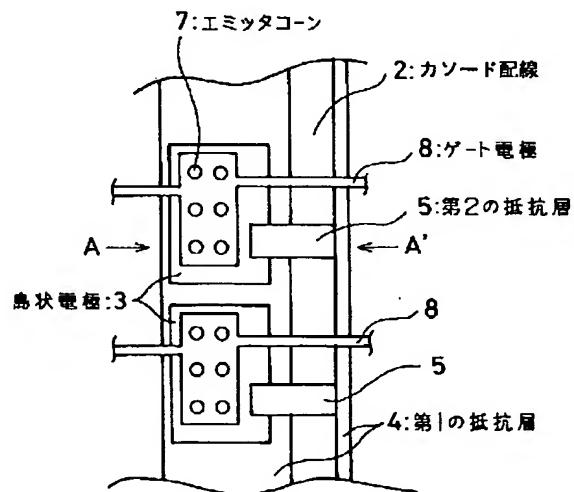
(74)代理人 弁理士 脇 篤夫 (外2名)

(54)【発明の名称】 電界電子放出素子

(57)【要約】

【課題】 エミッタ電極とゲート電極との短絡等によりカソード電極ラインの1ライン全てが制御不能になることを防止する電界電子放出素子を提供する。

【解決手段】 1つのカソード電極ラインが、ストライプ状のカソード配線2とその片側に整列して設けられた複数の島状電極3により構成され、ゲート電極8は、各島状電極3の領域の上部の絶縁層6上に設けられている。電流制御用抵抗層に抵抗値の異なる第1、第2の抵抗層4、5を積層した部分を設け、エミッタコーン7に過電流が流れたときに、積層膜厚部が破壊され、このエミッタコーン7に接続された島状電極3のみをカソード配線2から電気的に切り離す。第2の抵抗層5は、複数の島状電極3に対し個別に各1つが第1の抵抗層4の上に局部的に積層されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カソード配線、複数の島状電極、高抵抗層、前記複数の島状電極に対し個別に設けられた複数の低抵抗層、および、前記各島状電極の上に直接または前記高抵抗層を介して配置された複数のエミッタ電極を有し、前記各島状電極は、前記高抵抗層および前記低抵抗層を直列に介して個別に前記カソード配線に接続されていることを特徴とする電界電子放出素子。

【請求項2】 カソード基板、絶縁層およびゲート電極を有し、前記カソード配線および複数の島状電極は、前記カソード基板上に形成され、前記高抵抗層の第1の部分は、前記島状電極の上に形成され、前記高抵抗層の第2の部分は、前記カソード配線および前記島状電極の間を電気的に接続するように形成され、前記低抵抗層は、前記高抵抗層の前記第2の部分の上に形成され、前記絶縁層は、前記高抵抗層および前記低抵抗層の上に形成され、前記ゲート電極は、前記絶縁層上に形成され、第1の開口部が前記島状電極の上の前記ゲート電極および前記絶縁層に形成され、前記複数のエミッタ電極は、前記第1の開口部内に前記高抵抗層の前記第1の部分を介して前記島状電極の上に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の電界電子放出素子。

【請求項3】 第2の開口部が前記低抵抗層の上の前記絶縁層に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の電界電子放出素子。

【請求項4】 カソード基板、絶縁層およびゲート電極を有し、前記カソード配線および複数の島状電極は、前記高抵抗層の一方の面上に形成され、前記絶縁層は、前記島状電極および前記カソード配線が形成された前記高抵抗層上に形成され、前記ゲート電極は、前記絶縁層の上に形成され、第1の開口部が前記島状電極の上の前記ゲート電極および前記絶縁層に形成され、前記複数のエミッタ電極は、前記第1の開口部内に前記島状電極の上に形成され、前記低抵抗層は、前記カソード配線および前記島状電極の間を電気的に接続する部分の前記高抵抗層の他方の面上に形成され、前記カソード基板は、前記低抵抗層が形成された前記高抵抗層の他方の面に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の電界電子放出素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、冷陰極として知られている電界放出カソードを備えた電界電子放出素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 金属または半導体表面の印加電界を 10^9 [V/m] 程度にすると、トンネル効果により電子が障壁を通過し、常温でも真空中に電子放出が行われるようになる。これを電界放出 (Field Emission) と呼び、このような原理で電子を放出するカソード

ドを電界放出カソード (Field Emission Cathode、以下、単にFECという) と呼んでいる。

【0003】 近年、半導体加工技術を駆使して、ミクロンサイズのFECのアレーからなる平面状の面放出型FECを作製することが可能となっており、このFECを基板上に多数個形成した素子は、その各エミッタから放出された電子を蛍光面等に照射することによって電界放出型表示装置 (Field Emission Display、以下、単にFEDと表記する)、リソグラフィー用電子ビーム装置等の電子放出源として用いられようとしている。

【0004】 図5は、従来の電界電子放出素子の一部分を模式的に示す平面図である。また、図6は、図5に示した矢示A, A'の切断線における断面構造図である。図中、31はカソード配線、32は島状電極、33は抵抗層、1はカソード基板、6は絶縁層、7はエミッタコーン、8はゲート電極である。

【0005】 この従来技術は、特開平7-153369号公報 (特願平5-320923号) 等で知られているように、ガラス等のカソード基板1上に、カソード配線31および島状電極32が、Nb, Mo, Al等の導電性薄膜でパターン形成されている。島状電極32は、ストライプ状のカソード配線がくり抜かれた部分内に形成され、その結果、カソード配線31は井桁状になり、島状電極32とカソード配線31とは、所定間隔のギャップを隔てて分離形成され、同一平面上に完全に絶縁された状態に形成される。カソード配線31および複数の島状電極32で1列のカソード電極ラインが形成されるが、FEDの場合、例えば、カソード電極ラインは複数列ストライプ上に形成され、ゲート電極8のラインと直交する。

【0006】 図6に示すように、カソード配線31および島状電極32の上には、これらを覆うようにアモルファスシリコン(a-Si)等からなる抵抗層33が形成されている。さらに、抵抗層33の上にこれを覆うように二酸化シリコン(SiO₂)からなる絶縁層6が形成され、この絶縁層6の上に、Nb, Mo, Al, WSi₂等のゲート電極8が形成されている。ゲート電極8および絶縁層6には複数の開口部が形成され、この開口部内に、Mo等からなり、エミッタ電極(エミッタチップ)となるエミッタコーン7が抵抗層33の上に形成される。エミッタコーン7の先端部分は、開口部から図示を省略したアノード電極側を臨む構成とされている。

【0007】 上述した構造により、エミッタコーン7は抵抗層33の膜厚部分を介して島状電極32と電気的に接続され、この島状電極32は抵抗層33の結合部分を介してカソード配線31に電気的に接続されることになる。ゲート電極8とエミッタコーン7の先端との距離をサブミクロン程度とすることができるため、ゲート電極

8とエミッタコーン7との間にわずか数10ボルトの電圧を印加するだけで、電子をエミッタコーン5から電界放出させることができる。また、エミッタコーン7間のピッチは5～10μm程度とすることができるため、1枚のカソード基板1上に数万～数十万個のエミッタコーン7を形成することができる。

【0008】そして、カソード基板1に対し、所定間隔で透明ガラス等からなるアノード基板を対向配置し、この間を真空状態とする。アノード基板上にアノード電極を形成し、エミッタコーンから電界放出された電子をアノード電極に捕集する。電子がアノード電極に塗布された蛍光体に射突することにより蛍光体が発光する。1または複数の島状電極32の上に形成された複数のエミッタコーン7が、1つの表示セグメントに対応するものとなる。なお、カラー表示の場合には、1つの表示セグメントを構成するR、G、B各色の1つに対応するものとなる。

【0009】ここで、カソード電極ラインをカソード配線31および島状電極32に分離し抵抗層33を形成しているのは、次の理由による。第1に、エミッタコーン7とゲート電極8との距離が非常に短くされているために、製造過程において付着した塵埃などによりエミッタコーン7とゲート電極8とが短絡してしまうことがある。カソード基板1の上には、複数のカソード電極ラインと複数のゲート電極8のラインが形成され、X-Y方向でマトリクスを組む構成となっている。カソード電極ラインの1ラインに数百ドットのエミッタコーン7が形成されており、このカソード電極ラインへ入力する入力信号と、これに直交するゲート電極8のラインへの正電圧印加によりコーン状エミッタ7を選択して電子放出をさせる。この場合、カソード電極ライン上の1つのエミッタコーン7でもショートすると、このカソード電極の1ライン全てが制御不能になり、ライン欠陥となってしまう。

【0010】第2に、FECの初期動作時に局部的な脱ガスが発生し、このガスによりエミッタコーン7とゲート電極8あるいはアノード電極との間で放電を起こすことがあり、このため大電流がカソード電極に流れてカソード電極が破壊されるということがあった。さらに、多数のエミッタコーン7のうちに電子が放出されやすいものがあるため、画面上に異常に明るいスポットが発生することがあった。

【0011】そこで、エミッタコーン7とカソード配線31との間に抵抗層33を設けることにより、特定のエミッタコーン7からの放出電子が多くなると、電流の増加に応じて抵抗層33によりエミッタコーン7の電子放出を抑制する方向に電圧降下が生じ、特定のエミッタコーン7からの電子放出の暴走をくい止めることができる。このように、抵抗層33を設けることにより特定のエミッタコーン7への電流の集中を防止することができる。

き、製造上の歩留まりの向上や動作の安定化をはかることができる。

【0012】第3に、島状電極32を設けないで抵抗層33の上に直接エミッタコーンを形成した場合には、カソード配線31と各エミッタコーン7との間の距離に応じて、カソード配線31と各エミッタコーン7との間の抵抗値が異なることになる。すなわち、カソード配線31に近い位置に形成されたエミッタコーンについては抵抗値が低くなり、エミッタコーン7の群の中央部に形成されカソード配線31から遠いエミッタコーン7については高い抵抗値となる。したがって、カソード配線31の近傍に位置するエミッタコーン7からの電子放出量は多くなるが、中央部に位置するエミッタコーン7からの電子放出量は少なくなり、電子放出量が不均一となってしまう。

【0013】そこで、カソード配線31の領域にくり抜き部を形成し、その内側にカソード配線31から分離された島状電極32を形成し、島状電極32の領域上に複数のエミッタコーン7を形成している。これにより、カソード配線31と各エミッタコーン7との間の抵抗値を均一にすることができ、電子放出特性の均一化をはかることができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来技術の構成をさらに改良するもので、エミッタ電極とゲート電極との短絡や放電等によりカソード電極ラインの1ライン全てが制御不能になるなどの問題を、従来技術よりもより完全に防止することができる電界電子放出素子を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明においては、電界電子放出素子において、カソード配線、複数の島状電極、高抵抗層、前記複数の島状電極に対し個別に設けられた複数の低抵抗層、および、前記各島状電極の上に直接または前記高抵抗層を介して配置された複数のエミッタ電極を有し、前記各島状電極は、前記高抵抗層および前記低抵抗層を直列に介して個別に前記カソード配線に接続されているものである。したがって、エミッタ電極とゲート電極との短絡や放電等により1つの島状電極に過電流が流れたときには、高抵抗層および低抵抗層が直列に介在する部分が過熱されて破壊されることにより、この島状電極上のエミッタ電極の電子放出のみを不可能化させて、カソード電極ラインの1ライン全てが制御不能になることをより完全に防止することができる。

【0016】請求項2に記載の発明においては、請求項1に記載の電界電子放出素子において、カソード基板、絶縁層およびゲート電極を有し、前記カソード配線および複数の島状電極は、前記カソード基板上に形成され、前記高抵抗層の第1の部分は、前記島状電極の上に形成

され、前記高抵抗層の第2の部分は、前記カソード配線および前記島状電極の間を電気的に接続するように形成され、前記低抵抗層は、前記高抵抗層の前記第2の部分の上に形成され、前記絶縁層は、前記高抵抗層および前記低抵抗層の上に形成され、前記ゲート電極は、前記絶縁層上に形成され、第1の開口部が前記島状電極の上の前記ゲート電極および前記絶縁層に形成され、前記複数のエミッタ電極は、前記第1の開口部内に前記高抵抗層の前記第1の部分を介して前記島状電極の上に形成されているものである。したがって、各島状電極を高抵抗層および低抵抗層を直列に介在させて個別に前記カソード配線に接続させる構造を容易に実現することができる。また、高抵抗層を容易に薄くすることができる層構造であり、生産性が向上するとともに、体積抵抗率 ρ の大きな材料により高抵抗層を形成することが可能となるため、高抵抗層の第2の部分の抵抗値を大きくすることが可能となる。

【0017】請求項3に記載の発明においては、請求項2に記載の電界電子放出素子において、第2の開口部が前記低抵抗層の上の前記絶縁層に形成されているものである。したがって、低抵抗層が絶縁層から露出するので、製造過程において、ゲート電極の開口部、エミッタコーン、または、島状電極等に不良あるいは不良となるおそれが大きいものを発見した時には、この部分の低抵抗層をレーザ光等により溶断することができ、あらかじめカソード配線から切り離しておくことが可能となる。

【0018】請求項4に記載の発明においては、請求項1に記載の電界電子放出素子において、カソード基板、絶縁層およびゲート電極を有し、前記カソード配線および複数の島状電極は、前記高抵抗層の一方の面上に形成され、前記絶縁層は、前記島状電極および前記カソード配線が形成された前記高抵抗層上に形成され、前記ゲート電極は、前記絶縁層の上に形成され、第1の開口部が前記島状電極の上の前記ゲート電極および前記絶縁層に形成され、前記複数のエミッタ電極は、前記第1の開口部内に前記島状電極の上に形成され、前記低抵抗層は、前記カソード配線および前記島状電極の間を電気的に接続する部分の前記高抵抗層の他方の面上に形成され、前記カソード基板は、前記低抵抗層が形成された前記高抵抗層の他方の面に配置されているものである。したがって、請求項2と同様な作用を奏する。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態の一部分を模式的に示す平面図である。また、図2は、図1に示した矢示A, A'の切断線における断面構造図である。図中、図5、図6と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。2はカソード配線、3は島状電極、4は第1の抵抗層、5は第2の抵抗層である。図1においてはゲート電極8を図示しているが、絶縁層6は取り除き、その下部の構造を示している。

【0020】この実施の形態は、電流制御用抵抗層に抵抗値の異なる第1、第2の抵抗層4、5を積層した部分を設け、エミッタコーン7に過電流が流れたり過電圧が印加されたときに、積層膜厚部が破壊されるようにし、島状電極3とカソード配線2との間を絶縁状態とするものである。例えば、ゲート電極8とエミッタコーン7との間に短絡した場合、短絡したエミッタコーン7に電気的に接続された島状電極3のみをカソード配線2から電気的に切り離すことができる。

【0021】1つのカソード電極ラインが、直線状のカソード配線2とその片側に整列して設けられた複数の島状電極3により構成されたものを前提に説明する。ゲート電極8は、各島状電極3の領域の絶縁層6上に設けられているが、カソード電極ラインに直交するゲート電極ラインを構成するために、幅の狭い接続線部が左右に延びている。第2の抵抗層5は、複数の島状電極3に対し個別に各1つが第1の抵抗層4の上に局部的に積層されている。その位置は、島状電極3とカソードライン2とのギャップ領域をまたがる領域であり、ゲート電極8の接続線部と並行している。

【0022】図2に示すように、断面構造は、第2の抵抗層5を除いて、図6に示した従来技術のものと同様な構造であり、カソード配線2および島状電極3は、図6のカソード配線3-1および島状電極3-2と同様な金属材料で同様に形成される。第1の抵抗層4は、図6の抵抗層3-3と同様にアモルファスシリコン(a-Si)等である。カソード基板1上に、カソード配線2および島状電極3が形成され、これらを覆うように第1の抵抗層4が形成されている。すなわち、この第1の抵抗層4は、島状電極3の上に形成されているとともに、カソード配線2および島状電極3との間を電気的に接続するように形成されている。

【0023】カソード配線2および島状電極3との間を電気的に接続するギャップ領域上に、第2の抵抗層5が形成され第1の抵抗層4に積層されて形成されている。この第1の抵抗層6および第2の抵抗層の上に、これらを覆うように絶縁層6が形成され、この絶縁層6の上にゲート電極8が形成されている。ゲート電極8および絶縁層6には複数の開口部が形成され、この開口部内にエミッタコーン7が第1の抵抗層4の上に形成される。エミッタコーン7の先端部分は、開口部から図示を省略したアノード電極側を臨む構成とされている。第1の抵抗層4は、1つのカソード電極ライン毎に設けられ、隣接するカソード電極ラインの同様な第1の抵抗層とは絶縁層6により分離されている。ここで、第1の抵抗層4には抵抗値が比較的高いものを用いるのに対し、第2の抵抗層5には抵抗値が比較的低いものを用いる。

【0024】第1の抵抗層4は、1つの島状電極3の領域内にある複数のエミッタコーン7の電流を制御する。その抵抗値は、エミッタコーン7からの放出電流量およ

びフィードバック制御をする発生起電力により設定する。一般に、体積抵抗率 ρ ($\Omega \cdot \text{cm}^3$) の抵抗膜は、電極対抗面積を A (cm^2)、抵抗膜の膜厚を L (cm) としたとき、 $R = \rho L / A$ と表される。したがって、複数のエミッタコーン 7 と島状電極 3 の間に介在する第 1 の抵抗層 4 の抵抗値については、第 1 の抵抗層 4 の膜厚および体積抵抗率に比例する。抵抗層は膜厚が薄いほど生産性が向上する。したがって、所定値に設定された第 1 の抵抗層 4 の抵抗値に対し、膜厚を薄くし体積抵抗率を大きく設計する。これに伴い、カソード配線 2 と島状電極 3 の間の抵抗値は高くなり、両者の間は絶縁状態に近づく。このような層構造により、抵抗値が大きく異なる第 1 および第 2 の抵抗層 4, 5 を形成することが可能となる。

【0025】その結果、複数のエミッタコーン 7 は、まず、第 1 の抵抗層 4 を介して島状電極 3 と電気的に接続される。そして、この島状電極 3 は、第 1 の抵抗層 4 のみを介してカソード配線 2 に接続されるだけでなく、第 1 の抵抗層 4 と複数の島状電極 3 に対して個別に設けられた第 2 の抵抗層 5 を直列に介してカソード配線 2 に接続されている。このような構成により、各エミッタコーン 7 からの電子放出により流れる個々のエミッタ電流は、直下の第 1 の抵抗層 4 の膜厚方向に流れ、島状電極 3 により合成される。合成されたエミッタ電流は、島状電極 3 から第 1 の抵抗層 4 の膜厚方向に流れ、第 2 の抵抗層 5 を通って第 1 の抵抗層 4 の膜厚方向に流れ、カソード配線 2 に入る。

【0026】第 2 の抵抗層 5 の抵抗値により、島状電極 3 上に形成された複数のエミッタコーン 7 の総エミッタ電流を制御することができる。これは、1つの表示セグメントに対応する電子放出量を規定する。したがって、この第 2 の抵抗層 5 の抵抗値を制御することにより表示セグメント間の特性の均一化を行うことができる。この抵抗値は、第 2 の抵抗層 6 の面積により最適な値にすることができる。

【0027】ゲート電極 8 とエミッタコーン 7 とが短絡したり、エミッタコーン 7 に過電圧が加わるなどして、通常値を超える過電流が島状電極 3 に流れた場合は、島状電極 3 と第 2 の抵抗層 5 との間に介在する積層部分の第 1 の抵抗層 4、または、第 2 の抵抗層 5 とカソード配線 2 の間に介在する積層部分の第 1 の抵抗層 4 が第 2 の抵抗層 5 よりも高抵抗であるので発熱して破壊される。破壊状態によりカソード配線 2 と島状電極 3 とが第 2 の抵抗層 5 に接触した場合においても、次にカソード配線 2 とゲート電極 8 とが走査されて電圧が印加されたときの過電流により、第 2 の抵抗層 5 が発熱破壊されて完全に切り離すことができる。なお、図 1 に示したように、第 1 の抵抗層 4 および第 2 の抵抗層 5 の積層部の破壊がゲート電極 8 の接続線部に影響しないように、ゲート電極 8 の接続線部と第 2 の抵抗層 5 はクロスオーバーし

ない構造としている。

【0028】過電流が流れた島状電極 3 はカソード配線 2 から切り離され、電子放出動作が不可能となり、他の島状電極 3 の電子放出動作を阻害しなくなるため、1つの島状電極 3 上の複数のエミッタコーン 7 に対応する 1 表示セグメントの欠陥となるが、1 表示ラインの欠陥となることが防止される。

【0029】第 1, 第 2 の抵抗層 4, 5 を抵抗値を異ならせて形成するための一具体例を説明する。第 1 の抵抗層 4 は、アモルファスシリコン (a-Si) を用いるが、第 2 の抵抗層 5 は、インジューム・ティン・オキサイド (ITO) を用いた。a-Si は、環境温度に対し大幅に抵抗が変化する。これに対して、ITO は、環境温度に対して抵抗値が安定している。なお、第 2 の抵抗層は金属薄膜の抵抗層でもよい。第 2 の抵抗層 5 を形成しない場合に、島状電極 3 およびカソード配線 2 の間の抵抗値を約 $1000\text{M}\Omega$ とし、第 2 の抵抗層 5 の抵抗値は、数百～数百 Ω とした。第 2 の抵抗層 5 を積層形成した場合に、島状電極 3 および第 2 の抵抗層 5 の間に介在する第 1 の抵抗層 6, 第 2 の抵抗層 5 およびカソード配線 2 の間に介在する第 1 の抵抗層 6 の抵抗値は、それぞれ約 $1\text{M}\Omega$ とした。

【0030】図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態の断面構造図である。図中、図 5, 図 6, 図 1, 図 2 と同様な部分には、同じ符号を付して説明を省略する。11 は島状電極、12 はカソード配線、13 は第 2 の抵抗層、14 はシール、15 はアノード基板、16 はレーザ光である。この実施の形態は、図 5, 図 6 を参照して説明した従来技術と同様に、カソード配線 12 が井桁状であり、くり抜き部分に島状電極 11 が形成され、島状電極 11 は、カソード配線 12 に全周を取り囲まれ、かつ、離隔されて配置されたものを前提に説明する。

【0031】図示の断面は、図 6, 図 2 とは異なり、カソード配線 12 の長手方向に沿う断面であって、FED の真空気密容器のシール部とこれに隣接する島状電極 11 の部分を示している。絶縁層 6 とアノード基板 15 とがシール 14 により溶着されて真空気密容器が構成される。アノード電極 12 は、カソード基板 1 と第 1 の抵抗層 4 との間から容器外に引き出されてカソード端子となる。

【0032】この実施の形態の断面構造は、図 2 を参照して説明した第 1 の実施の形態のものとほぼ同様であるが、第 2 の抵抗層 13 の上の絶縁層 6 をエッチングを用いて抜き取り、開口部を形成し第 2 の抵抗層 13 の一部分を露出させたものである。製造過程においてカソード側を検査し、ゲート電極 8 の開口部、エミッタコーン 7、または、島状電極 11 等に不良部分を発見した時には、第 2 の抵抗層 13 をレーザ光 16 で溶断することにより、この島状電極 11 をカソード配線 12 から切り離すことができ、あらかじめ製造過程で欠陥セグメントを

動作不能化して、カソード側の歩留まりの向上を図ることができる。

【0033】図4は、本発明の第3の実施の形態の断面構造図である。図中、図5、図6、図1、図2と同様な部分には、同じ符号を付して説明を省略する。21は第2の抵抗層、22は島状電極、23はカソード配線である。この断面図も、図3と同様に、カソード配線23が井桁状であって、くり抜き部分に島状電極22が形成されたものを前提とし、カソード配線23の長手方向に沿う断面であって、FEDの真空気密容器のシール部とこれに隣接する島状電極22の部分を示している。この実施の形態の断面構造は、図2を参照して説明した第1の実施の形態のものとは異なり、エミッタ電極7が、島状電極22に直接に接続されたものである。

【0034】カソード基板1上に第2の抵抗層21が局部的に形成され、カソード基板1および第2の抵抗層21の上に第1の抵抗層4が形成されている。カソード配線23および島状電極22は、この第2の抵抗層4の面上に形成される。島状電極22およびカソード配線23が形成された第1の抵抗層4上に絶縁層6が形成され、絶縁層6上にゲート電極8が形成される。島状電極22の上のゲート電極8および絶縁層6に開口部が形成され、複数のエミッタ電極7が、この開口部内の島状電極22の上に形成される。第2の抵抗層21は、カソード配線23および島状電極22との間のギャップ部分の領域における第1の抵抗層4の下面に位置する。

【0035】この実施の形態においては、複数のエミッタコーン7は、まず、島状電極22と電気的に接続される。島状電極22は、高抵抗の第1の抵抗層4のみを介してカソード配線23と接続されるだけでなく、第1の抵抗層4と複数の島状電極22に対して個別に設けられた低抵抗の第2の抵抗層21とを直列に介して個別にカソード配線23に接続されている。このような構成により、各エミッタコーン7からの電子放出により流れる個々のエミッタ電流は、島状電極22により合成され、島状電極22から第1の抵抗層4を通って主に第2の抵抗層21に流れ、さらに第1の抵抗層4を通ってカソード配線23に入る。島状電極22および第2の抵抗層21の間に介在する積層部分の第1の抵抗層4、第2の抵抗層21およびカソード配線23との間に介在する第1の抵抗層4の抵抗値により、電子放出の安定化、均一化をはかることができる。

【0036】過電流が島状電極22に流れた場合は、上述した積層部分の第1の抵抗層4が第2の抵抗層21よりも高抵抗であるので発熱して破壊され、この島状電極22とカソード配線23との間を電気的に切り離すことができる。なお、この実施の形態では、島状電極22の下面部分の第1の抵抗層4の寄与は比較的小ないため、この部分の第1の抵抗層4は必須のものではない。

【0037】上述した各実施の形態では、ある1つの島

状電極とカソード配線との間の第2の抵抗層について説明した。特開平9-92131号公報（特願平7-270737号）に記載されているように、FEDの2次元平面上の位置によって表示画像の輝度ムラが発生する場合がある。第2の抵抗層を、2次元平面に配置された全ての島状電極に対応して設けた場合に、個々の第2の抵抗層の抵抗値は、第2の抵抗層の形成時に幅および長さを調整することにより2次元平面上の位置によって任意に調整が可能である。したがって、この抵抗値の調整により、FEDにおける電子放出特性の2次元平面上の位置によるばらつきを相殺し均一なものとすることができます。

【0038】また、上述した特開平9-92131号公報（特願平7-270737号）に記載されているように、カラー表示のFEDの場合には、各発光色の色バランス（ホワイトバランス）をとることが必要である。ある島状電極から放出された電子が、3原色のどの色の蛍光体ドットに射突するものであるかに応じて、この島状電極に設けられた低抵抗層の抵抗値を異ならせて各色の発光輝度を適切な値に設定することができる。すなわち、島状電極に対し個別に設けられた低抵抗層の抵抗値を、この島状電極から放出される電子で発光させる蛍光体の発光色に応じて異なるようにする。

【0039】上述した各実施の形態では、1つの島状電極を1つの表示セグメントに対応させたが、複数の島状電極を1つの表示セグメントに対応させることもできる。この場合、1つの島状電極に過電流が流れた場合、この1つの島状電極をカソード配線から切り離したとしても、当該表示セグメントに対応する残りの島状電極によって、電子放出量は低減するものの電子放出が行われるため、完全な1表示セグメントの欠陥には至らない。なお、上述したカラー表示の場合には、1つの表示セグメントの内の1発光色に対応させて、複数の島状電極を対応させることを意味する。

【0040】上述した各実施の形態の説明では、島状電極とカソード配線との間に第1の抵抗層が形成され、この第1の抵抗層の上に第2の抵抗層が積層されていた。この積層構成は製造が容易であるが、必ずしもこのような積層構成に限られない。高抵抗の第1の抵抗層および低抵抗の第2の抵抗層を直列に介して、各島状電極が個別にカソード配線に接続されれば、1つの島状電極に過電流が流れた場合、高抵抗の第1の抵抗層4が発熱して破壊され、この島状電極はカソード配線から電気的に切り離される。なお、第2の抵抗層を比較的高抵抗に設定すれば、第1の抵抗層を介在させることなく、この第2の抵抗層で直接に各島状電極を個別にカソード配線に接続することも可能である。

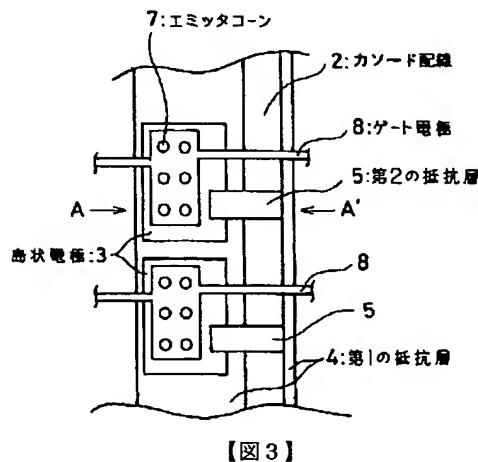
【0041】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、本発明の電界電子放出素子によれば、ゲート電極とカソード

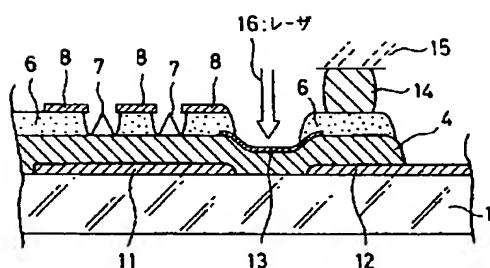
配線間に短絡が発生したような場合、ライン欠陥となることを回避できるという効果がある。その結果、出荷時の検査段階における製品の歩留まりを大幅に向上させることができるとともに、製品使用中に発生した短絡等に対しても、同様にライン欠陥を回避できるため、製品寿命を大幅に延ばすことができるという効果がある。また、製造過程における検査により不良の島状電極、あるいは不良となるおそれが大きい島状電極を検出してあらかじめカソード配線から切り離しておくことも可能となる。第1の抵抗層の膜厚を薄くすることができるため、生産性が向上するとともに、生産コストが低減するという効果がある。第1の抵抗層材料である、a-Siは、環境温度に対し大幅な抵抗変化が発生するが、第2の抵抗層材料として、ITO等の環境温度に対して安定な材料を用いれば、抵抗層全体として環境温度に対して安定した傾向を有するようになるという効果があり、この点でも性能向上が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図3】



【図1】本発明の第1の実施の形態の一部分を模式的に示す平面図である。

【図2】図1に示した矢示A, A'の切断線における断面構造図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態の断面構造図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態の断面構造図である。

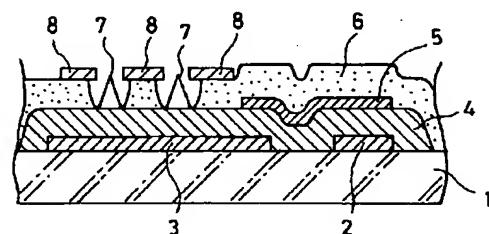
【図5】従来の電界電子放出素子の一部分を模式的に示す平面図である。

【図6】図5に示した矢示A, A'の切断線における断面構造図である。

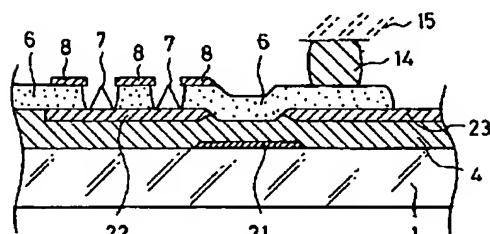
【符号の説明】

1 カソード基板、2, 12, 23, 31 カソード配線、3, 11, 22, 32 島状電極、4 第1の抵抗層、5, 13, 21 第2の抵抗層、6 絶縁層、7 エミッタコーン、8 ゲート電極、14 シール、15 アノード基板、16 レーザ光、33 抵抗層

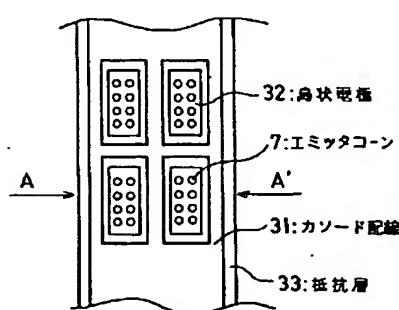
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

